

УДК 528.5: 625.72

Є.В. Дорожко

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

## ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

*Запропоновано підхід до визначення стану дорожнього одягу на основі результатів геометричного нівелювання поздовжнього профілю високоточним прецизійним нівеліром, з використанням відомих рішень зв'язку між рівністю покриття та показниками ймовірності пошкодження покриття дорожнього одягу, коефіцієнту запасу міцності та швидкості руху вантажних і легкових автомобілів.*

**Ключові слова:** нівелювання, прецизійний нівелір, рівність, запас міцності, дорожній одяг.

### Постановка проблеми

Стан покриття дорожнього одягу суттєво впливає на умови і безпеку руху транспортних засобів та призначення ремонтних заходів в разі необхідності. Характеризується стан покриття і його споживчі властивості багатьма різними показниками, які використовуються в залежності від задач, що вирішуються при оцінці стану дорожнього одягу. В якості кількісних показників використовуються рівність покриття дорожнього одягу, показник ймовірності руйнування покриття дорожнього одягу, коефіцієнт запасу міцності дорожнього одягу, швидкість руху та інші [1-8].

Існують різні методи щодо визначення рівності покриття дорожнього одягу, які характеризують рівність амплітудою коливань автомобіля на ділянці автомобільної дороги [3]. Один з методів полягає у визначенні рівності на основі мікропрофілю поверхні покриття, що будується на основі результатів геометричного нівелювання високоточним прецизійним нівеліром.

### Аналіз сучасних досліджень і публікацій

В результаті геодезичних вимірювань можна визначити не лише рівність покриття дорожнього одягу, а і отримати інформацію про поздовжній профіль смуги накату або будь якої іншої ділянки.

Встановлена в результаті геодезичних вимірювань рівність покриття дорожнього одягу дозволяє визначити кількісні показники ймовірності руйнування покриття дорожнього одягу, коефіцієнт запасу міцності дорожнього одягу на основі узагальнення даних МАДІ і ДіпродорНДІ [9-11].

Рівність покриття значно впливає на швидкість руху, яку можна визначити скориставшись дослідженнями А.К. Бірулі, С.Г. Міховіча та інших [11].

### Формулювання мети статті

Метою даної статті є розробка методичних рекомендацій щодо визначення стану дорожнього покриття за результатами геодезичного нівелювання поверхні покриття дорожнього одягу. Тобто, на основі відомих рішень, навести порядок визначення коефіцієнту запасу міцності, показник ймовірності руйнування покриття дорожнього одягу та ін.

### Виклад основного матеріалу

Для побудови поздовжнього мікропрофілю покриття дорожнього одягу і подальшого визначення рівності покриття використовується високоточний прецизійний нівелір, що дозволяє визначати відліки з точністю 0,1 мм. Для забезпечення цієї умови необхідно використовувати геодезичні рейки з міліметровими поділками і круглим рівнем, що дозволить уникнути суттєвих похибок.

Визначена в результаті геодезичних вимірювань рівність покриття дозволяє оцінити стан покриття.

Узагальнений показник, що характеризує стан дорожнього одягу – ймовірність пошкодження покриття визначено з відомого рішення розрахунку показника рівності покриття за узагальненими даними зв'язку швидкості руху транспортного потоку та ступеня деформування покриття [10] і наведено у формулі (1):

$$r = \frac{\left( \frac{1}{m + -S \cdot \eta} - a \right)}{b}, \quad (1)$$

де  $r$  – ймовірність пошкодження покриття;

$S$  – показник рівності покриття, см/км;

$m, a$  – емпіричні параметри, що враховують вплив початкової рівності покриття на швидкість

руху транспортного потоку;

$\eta$ ,  $b$  – емпіричні коефіцієнти, що впливають відповідно на швидкість руху і динаміку зміни рівності покриття залежно від імовірності пошкодження покриття  $\Gamma$ ;

Визначена ймовірність пошкодження покриття ( $\Gamma$ ) дозволяє встановити коефіцієнт запасу міцності. Для цього скористаємося даними наведеними в роботі И. А. Золотаря [10] та таблиці 1.

Таблиця 1

Зв'язок ймовірності пошкодження покриття з коефіцієнтом запасу міцності [10]

Коефіцієнт запасу міцності	Середнє значення ймовірності пошкодження покриття
1,4	0,002
1,3	0,01
1,2	0,02
1,1	0,05
1,0	0,10
0,9	0,20
0,8	0,34
0,7	0,50
0,6	0,65
0,5	0,77
0,4	0,88
0,3	0,94

За результатами досліджень О.К. Біруля, С.Г. Міховича, М.Я. Говорущенко, Ю.В. Слободчикова встановлені залежності, що відображають зв'язок швидкості руху з рівністю покриття. У випадку, якщо визначена за результатами геодезичних вимірювань рівність знаходиться в межах від 5 см/км до 8000 см/км, то швидкість руху легкового автомобілю, згідно з [11] визначається за формулою (2):

$$V = 70 - 0,016 \cdot S, \quad (2)$$

де  $V$  – швидкість руху, км/год;

$S$  – показник рівності покриття дорожнього одягу, см/км.

Зв'язок швидкості руху вантажного автомобілю та рівності покриття дорожнього одягу, згідно з [11] визначається за формулою (3):

$$V = 55 - 0,023 \cdot S. \quad (3)$$

Згідно з даними наведеними в роботі Сильянова В.В [11] на основі визначеної рівності покриття дорожнього одягу можливо прогнозувати та оцінити кількість дорожньо-транспортних пригод на 1 мільйон автомобіле-кілометрів. Така залежність справедлива, якщо значення рівності покриття

дорожнього одягу знаходиться в межах від 80 см/км до 300 см/км і наведена у формулі (4):

$$Z = 0,0915 \cdot S^{0,5}, \quad (4)$$

де  $Z$  – кількість дорожньо-транспортних пригод на 1 мільйон автомобіле-кілометрів;

$S$  – показник рівності покриття дорожнього одягу, см/км.

## Висновки

На підґрунті аналізу відомих рішень наведено експериментально-теоретичний метод, що дозволяє за результатами геометричного нівелювання прецизійним високоточним нівеліром оцінити стан конструкції дорожнього одягу за показниками ймовірності пошкодження покриття, коефіцієнту запасу міцності конструкції, швидкості руху легкових та вантажних автомобілів та кількості дорожньо-транспортних пригод на 1 мільйон автомобіле-кілометрів.

## Література

1. Батракова, А.Г. Критерии оценки состояния дорожных одежд по результатам диагностики [Текст] / А.Г. Батракова, С.Н. Урдик // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. Сборник научных трудов. – 2015. – Вып. 68. – С. 92–98.
2. Flexible Pavement Design Manual (2008): Document № 625-010-002-g., 189.
3. Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys (2011): ASTM D 6433-11. – PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States, 49.
4. Lacey, G., Thenoux, G., Rodriguez-Roa, F. (2008). Three-Dimensional Finite Element Model For Flexible Pavement Analyses Based On Field Modulus Measurements. The Arabian Journal for Science and Engineering, 33 (1B), 65–76.
5. Rapiroin, M. (1971). Essai de l'étude stochastique des constances elastiques des motoring ronties. Revue Generale des Routes des Aerodromes, 467, 51–56.
6. Ryapuhin, V., Nechytaylo, N., Burlachka, V. (2011) Criteria for flexible pavement calculation. TRANSBALICA. Proceedings of the 7th International Scientific Conference, 252 – 256.
7. Monismith, C., Deacon, J., Harvey, J. (2000). WesTrack: Performance models for Permanent Deformation and fatigue. Report to Nichols consulting engineers, pavement research center, university of California, 387.
8. Dorozhko, E., Ryapuhin, V., Makovyey, R. (2016). Design procedure by strength criteria of asphalt layers on a rigid base taking into account the simultaneous action of external loads and thermal stresses. Procedia Engineering. Transbaltica 2015. Proceedings of the 9th International Scientific Conference, 101-108.
9. Дорожко, Є.В. Удосконалення методу розрахунку тонких асфальтобетонних шарів на жорсткій основі [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / Є.В. Дорожко. – Х., 2016. – 280 с.
10. Повышение надежности автомобильных дорог [Текст] / под ред. И. А. Золотаря. – М.: Транспорт, 1977. – 183 с.

11. Сильянов, В.В. Транспортно - эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц [Текст]: учеб. / В.В. Сильянов, Э.Р. Домке – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с.

### Referenses

1. Batrakova, A., Urdzik, S. (2005). Assessment criteria of the state of pavement according to diagnostics results. *Bulletin of kharkov national automobile and highway university. Collection of scientific works*, 68, 92-98.
2. *Flexible Pavement Design Manual* (2008). Document № 625-010-002-g – Tallahassee, Florida: Florida Department of Transportation, 189.
3. *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys* (2011). ASTM D 6433-11. – PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States, 49.
4. Lacey, G., Thenoux, G., Rodriguez-Roa, F. (2008) *Three-Dimensional Finite Element Model For Flexible Pavement Analyses Based On Field Modulus Measurements. The Arabian Journal for Science and Engineering*, 33(1B.), 65-76.
5. Rapiroin, M. (1971). *Essai de tude stotigues des consontes elastiques des motiring ronties. Revul Generale des Routes des Aerodromes*, 467, 51-56.
6. Ryapuhin, V, Nechytylo, N., Burlachka, V. (2011). *Criteria for flexible pavement calculation. Proceedings of the 7th International Scientific Conference, Lithuania*, 252 – 256.
7. Monismith, C., Deacon, J, Harvey, J. (2000). *WesTrack: Performance models for Permanent Deformation and fatigue*.

*Report to Nichols consulting engineers, pavement research center, university of California, Berkeley*, 387.

8. Dorozhko, E., Ryapuhin, V., Makovyey, R. (2015) *Design procedure by strength criteria of asphalt layers on a rigid base taking into account the simultaneous action of external loads and thermal stresses. Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Scientific Conference*. – Vilnius, Lithuania: Technika, 101-108.
9. Dorozhko, E.V. (2016). *The improvement of the method of calculation of thin asphalt concrete layers on a rigid base. The dissertation on competition of a scientific degree of candidate of technical sciences. Kharkov*, 280.
10. Zolotar, I., Nekrasov, V., Konovalov, S. (1977) *Improving the reliability of highways. Moscow: Transport*, 183.
11. Silyanov, V. Domke, E. (2008). *Transport-operational qualities of highways and city streets. Moscow: Publishing Center "Academy"*, 352.

**Рецензент:** д-р техн. наук проф. С.М. Толмачов, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна.

**Автор:** ДОРОЖКО Євген Вікторович  
кандидат технічних наук, асистент кафедри вишукувань та проектування доріг і аеродромів  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет  
E-mail - [evgeniy.dorozhko@gmail.com](mailto:evgeniy.dorozhko@gmail.com)  
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2894-2131>

### USE OF THE RESULTS OF GEODESIC MEASUREMENTS FOR DETERMINING THE STATE OF ROAD CLOTHES

E. Dorozhko

Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine

Convenience and traffic safety depends on the smoothness of the pavement covering. A method is proposed for determining the state of pavement based on the results of geodetic levelling of the longitudinal profile and determining the smoothness of the coating. The smoothness of the coating is determined by means of a precision level. Based on the results of the unevenness of the coating, according to known solutions, the safety factor, the probability of damage to the coating, the speed of movement of trucks and passenger car. Based on certain levels of flatness, safety factor, the probability of destruction of the coating and the speed of movement, one can characterize the cut and determine the consumer properties of the road.

**Keywords:** levelling, precision level, evenness, margin of safety, road clothes.